(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4
2024

УЎК: 621.84.4.77 10.70769/3030-3214.SRT.2.4.2024.47

НОРАВШАН МАНТИҚ ЭЛЕМЕНТЛАРИ АСОСИДА ГИДРОТЕХНИКА ИНШООТЛАРИНИНГ БОШҚАРИШ ТИЗИМИНИ ҚУРИШ





Ўринов Шерали Рауфович
Техника фанлари доктори (DSc), профессор, “International School of Finance Technology and Science” институти, Тошкент, Ўзбекистон
E-mail: urinov.sherali@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-2910-9806

Зайниддинов Бобиржон Ғофирович
Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент, “International School of Finance Technology and Science” институти, Тошкент, Ўзбекистон
E-mail: bobirjonzayniddinov9@gmail.com
ORCID ID: 0009-0009-6397-9352

Аннотация. *Ушбу мақолада гидротехника иншоотларини бошқариш учун ноаниқ мантиқ асосида тизим яратиш усуллари ўрганилади. Сув омборларини бошқаришдаги кўп мезонли ва ноаниқ маълумотларга эга вазиятларда, ноаниқ мантиқ ёрдамида бошқарув тизимлари синтезланади. Ноаниқ қоидалар ёрдамида сув омборига кирувчи ва чиқадиган оқимлар, омбор ҳажми ва вақт каби параметрларни оптималлаштиришга имкон берувчи бошқарув алгоритмлари ишлаб чиқилади. Тадқиқот, сув ресурсларини бошқариш учун ноаниқ қоидалар асосида яратиш ва бу орқали керакли натижаларга эришишни таклиф қилади. Ушбу ёндашув ёрдамида ноаниқ сув ресурсларини аниқлаш ва оптималлаштириш мумкин.*

Калит сўзлар: *ноаниқ мантиқ, сув омбори, бошқарув тизими, оптималлаштириш, ноаниқ қоидалар, сув ресурслари, синтез, кўп мезонли бошқарув, сув оқими, параметрлар.*

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Уринов Шерали Рауфович
Доктор технических наук (DSc), профессор, Институт “International School of Finance Technology and Science”, Ташкент, Узбекистан

Зайниддинов Бобиржон Гофирович
Доктор философии технических наук (PhD), Институт “International School of Finance Technology and Science”, Ташкент, Узбекистан

Аннотация. *В данной статье исследуются методы создания системы на основе нечеткой логики управления гидротехническими сооружениями. В ситуациях с многокритериальностью и неопределенностью информации при управлении пластом системы управления синтезируются с использованием нечеткой логики. С помощью нечетких правил разрабатываются алгоритмы управления, позволяющие оптимизировать такие параметры, как потоки на входе и выходе из резервуара, объем и время резервуара. В исследовании предлагается создать на основе неопре-*

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4
2024

деленных правил управление водными ресурсами и тем самым достичь желаемых результатов. Используя этот подход, можно выявить и оптимизировать неопределенные водные ресурсы.

Ключевые слова: *нечеткая логика, водоем, система управления, оптимизация, нечеткие правила, водные ресурсы, синтез, многокритериальное управление, расход воды, параметры.*

BUILDING A MANAGEMENT SYSTEM OF HYDROTECHNICAL FACILITIES BASED ON FUZZY LOGIC ELEMENTS

Urinov Sherali Raufovich
Doctor of Technical Sciences (DSc), professor, "International School of Finance Technology and Science" institute, Tashkent, Uzbekistan

Zayniddinov Bobirjon Gofirovich
Doctor of Philosophy (PhD), associate professor, "International School of Finance Technology and Science" institute, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. *In this article, the methods of creating a system based on fuzzy logic for the control of hydrotechnical structures are studied. In situations with multi-criteria and uncertain information in reservoir management, management systems are synthesized using fuzzy logic. With the help of fuzzy rules, control algorithms are developed that allow to optimize parameters such as flows entering and leaving the reservoir, reservoir volume and time. The study proposes to create based on uncertain rules for water resources management and thereby achieve the desired results. Using this approach, uncertain water resources can be identified and optimized.*

Keywords: *fuzzy logic, reservoir, control system, optimization, fuzzy rules, water resources, synthesis, multi-criteria control, water flow, parameters.*

Кириш. Гидротехника иншоотларини самарали бошқариш, айниқса сув ресурсларининг тақчиллиги ва улардан оқилона фойдаланиш зарурлиги ортиб бораётган бир пайтда муҳим аҳамият касб этмоқда. Сув омборлари каби мураккаб тизимлар бошқарувида қатор ноаниқ ва кўп мезонли омиллар мавжуд бўлиб, улар асосида қарор қабул қилиш мураккаблик туғдиради. Анъанавий бошқарув усуллари ушбу муаммоларни ҳал қилишда самарадорлигини йўқотиши мумкин. Ноаниқ мантиқ эса бу каби ноаниқ ва мураккаб вазиятларда самарали бошқарув тизимини яратишда инновацион ёндашув сифатида намоён бўлмоқда.

Ушбу мақолада ноаниқ мантиқ асосида гидротехника иншоотларини, хусусан, сув омборларини бошқариш тизимини қуриш усуллари, тегишли қоидалар ва уларнинг синтези кўриб чиқилади. Ноаниқ қоидалар орқали сув ресурслари кириши ва чиқишини оптималлаштириш, мавжуд маълумотлар асосида аниқ ва самарали бошқарувга эришиш имконияти ўрганилади. Мақола сув омборлари тизимини бошқаришда ноаниқ мантиқ ёндашувининг афзалликлари ва амалий қўлланилиши ҳақида тушунча беради.

Адабиётлар таҳлили ва усуллари. Мавсумий ростланувчи сув омборининг математик моделлари ночизиқли характерга эга эканлиги, сув омбори тизимида сув сатҳини сақлаш жараёнини оптимал бошқариш вазифаси кўп мезонлигини, маълумотлар етарли бўлмаган шароитда

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4
2024

доимий равишда ўзгариб турадиган ночизиқли моделни ҳисобга олган ҳолда, умумий ҳолатда ночизиқли моделнинг ечимини олиш ҳар доим ҳам мумкин эмас. Барқарор самарали ёндашувлар асосида кўп ўлчамли ночизиқли характерга эга бўлган бошқариш тизимларини синтезлаш масалалари ечишнинг мавжуд усуллари [1], мақбул бошқариш таъсирларини аниқлаш ва шунга ўхшаш бошқа вазифаларни амалга ошириш қийин ва ишлатилганда бир қатор чекловларга эга. Шу сабабли, синтезлаш масаласини мураккаблаштирмайдиган, ечиш алгоритмларини бир мунча содда ва олинган натижалар самарали бўлган бошқариш алгоритмларини ишлаб чиқиш зарурдир.

Норавшан мантиқий-хулоса усулларидан фойдаланган ҳолда қурилган автоматик бошқариш тизимлари мураккаб ночизиқли динамик объектларни идентификациялашга имкон беради ва улар учун ночизиқли бошқариш қонунларини синтез қилади. Бу эса бошқариш объектидан олинган мавжуд экспериментал маълумотлар асосида ноаниқлик остида ишловчи автоматик бошқариш тизимларини синтезлаш муаммосини ҳал қилишга имкон беради. Сифатли алоқаларни расмийлаштиришга имкон берадиган норавшан мантиқий тузилмаларни қўллаш орқали бошқариш объекти тўғрисида етарли бўлмаган ахборотлар орқали жуда кўп экспериментлар ўтказиш олдини олиш мумкин [2].

Норавшан автоматик бошқарув тизимларини қуришда кўплаб ёндашувлар мавжуд, уларни тизимлаштириш қийин, чунки бу синф тизимларини синтез қилиш жараёни асосан эвристикдир.

Сув омборларини бошқариш тизимлари учун лингвистик ибораларни синфлашнинг шакллантирилган қоидалар базаси ва дискретлаш жараёнини қўллашнинг турли тегишлилик функцияларидан фойдаланилади. Таклиф этилаётган сув омборлари бошқариш тизими учта кириш ва битта чиқишга эга тизим сифатида кўриб чиқилган. Сув ресурсларини оқиб кириши, оқиб чиқиши ва сақланишидаги тегишлилик функцияси ва синфланиши асосида олинган.

Сув омбори сегментли затворини масофадан бошқариш тизимига нисбатан норавшан қоидалар базасининг каноник шакли қуйидагиларни ифодалайди, бу ерда A^1, A^2, A^r, B^1, B^2,…, B^r, C^1, C^2,…, C^r и D^1, D^2,…, D^r мос равишда кўп сонли сув оқимлари кириши (A), сақлаш (B), вақт даври (T) ва сувнинг оқиб чиқиши (D)нинг аввалги кўплигини акслантиради.

Бир нечта антецендетлар конъюктив операторни қўллаган ҳолда бирлаштирилиши мумкин [3]. Масалан, АГАР қоидалар асосидаги тизимда омбордаги сув оқиб кириши A^1 ВА, сақлаш B^1 ВА вақт даври C^1 бўлса, сувнинг чиқиши D^1 тизимдаги норавшан қоида. Конъюнктив оператор қўлланилишининг антецентлар агрегацияси (1) формулада келтирилган:

$$R^S = A^1 \cap B^1 \cap C^1. \qquad (1)$$

У яна тегишлилик функцияси шаклида ҳам ифодаланиши мумкин:

$$\mu_{R^S}(u, v, w) = min[\,(\mu_{A^1}(u), \mu_{B^1}(v), \mu_{C^1}(w))]. \qquad (2)$$

Қоидаларга асосланган реал вазиятларда тизим биттадан ортиқ қоидадан ташкил топади, шунинг учун қоидалар базасига асосланган тизимдаги ҳар бир қоида турли усулда ҳам умумий хулосадан хусусий хулосага келиш имконини беради. Шундай қилиб, агрегация жараёни дизъюнктив операторни кейинги

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4
2024

умумий қўлланилишига эришиш учун келтириб чиқарилади. У норавшан кўпликлар учун бирлаштириш оператори каби таъсир кўрсатади [3]. Кетма-кетликларни агрегациялаш учун қўлланиладиган дизъюнктиқ операция (3.3) формулада келтирилган. Y^s шартида умумлашган норавшан чиқиш:

$$Y^S = D^1 \cup D^2 \cup D^3 \cup K\ D^r. \quad (3)$$

У яна тегишлилик функцияси шаклида ҳам ифодаланиши мумкин:

$$\mu_{Y^S}(z) = max[(\mu_{D^1}(z), \mu_{D^2}(z), \mu_{D^3}(z), KKK\ K\mu_{D^r}(z))]. \quad (4)$$

Агар қарор қабул қилиш жараёни кам миқдордаги қоидалар асосида шакллантирилган бўлса, математик ҳисоблашлар янада самарали бўлиши мумкин.

Агар қарор қабул қилиш жараёнида қоидалар сони ортса, ҳисоблашлар тезда секинлашади ва мураккаблашади. Ҳисоблаш ишлари самарадорлигини ошириш учун чиқишдаги кўрсаткичларни график ифодалаш усули фойдали саналади.

Қоидалар асосидаги норавшан тизимни чиқаришнинг учта кенг тарқалган дедуктив усули таклиф этилган:

1-қоида: АГАР сувнинг оқиб кириши юқори (ПВ), омборнинг ҳажми юқори (ХМ) ва вақт давомийлиги 1 бўлса, У ҲОЛДА сувнинг оқиб чиқиши паст-ўрта (Н - СО) бўлади.

2-қоида: АГАР сувнинг оқиб кириши ўрта (ЎК), омборнинг ҳажми ўрта (ОЎ) ва вақтнинг давомийлиги 2 бўлса, у ҲОЛДА затвордан сувнинг оқиб чиқиши паст 2 (ОЧ) бўлади, бу ерда юқори (ВХ) 1, ўрта (СО), паст (НМХ) ва 2 тизимдан мос равишда 1 ва 2 қоидалар базаси норавшан тўпламини ифодалайдилар [4].

Келтирилган қоидаларга асосланган норавшан тизим учун каноник шакллар:

1-қоида: АГАР сувнинг оқиб кириши A^1, сақланиш ҳажми B^1, вақт давомийлиги C^1 бўлса, У ҲОЛДА сувнинг оқиб чиқиши D^1 бўлади.

2-қоида: АГАР сувнинг оқиб кириши A^2, сақланиш ҳажми B^2, вақт давомийлиги C^2 бўлса, У ҲОЛДА сувнинг оқиб чиқиши D^2 бўлади.

r-қоида: АГАР сувнинг оқиб кириши A^r, сақланиш ҳажми B^r, вақт давомийлиги C^r бўлса, У ҲОЛДА сувнинг оқиб чиқиши D^r бўлади.



1-расм. Норавшан мантиқ асосидаги бошқариш тизимининг функционал схемаси.

Норавшан мантиқ асосидаги бошқариш тизими – бу шундай мантиқ шакли-ки, унинг негизида ноаниқ, балки яқинлаштирилган тахминлар ётади. Аниқ мантиқдан фарқли равишда, у ечимни топиш учун яқинлаштирилган маълумотлардан фойдаланади ва фикрлаш қобилиятини эмуляциялайди. 1-расмда норавшан мантиқ асосидаги бошқариш тизимининг функционал схемасини келтирамиз [5].

Натижалар. Норавшан мантиқ асосидаги бошқариш тизимларида норавшан мантиқий контроллерлардан (НМК) фойдаланамиз, улар “АГАР, У ҲОЛДА” лингвистик қоидасидан ташкил топган билимларга асосланган бўлиб, мазкур қизиқиш соҳасидаги экспертларнинг би-

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4
2024

лимларидан фойдаланган ҳолда тузилиши мумкин [6]. НМК бир қатор иловаларда, айниқса аналитик моделлаштириш қийин бўлган мураккаб ночизиқли тизимларни назорат қилишда ўз имкониятларини намойиш этадилар [7].

Кириш ва чиқишлар беш ноаник лингвистик ўзгарувчиларга NB, NS, Z, PS ва PB айлантирилади, улар мос равишда қуйидаги маънони англатади, катта, салбий кичик, нол, ижобий кичик ва ижобий катта.

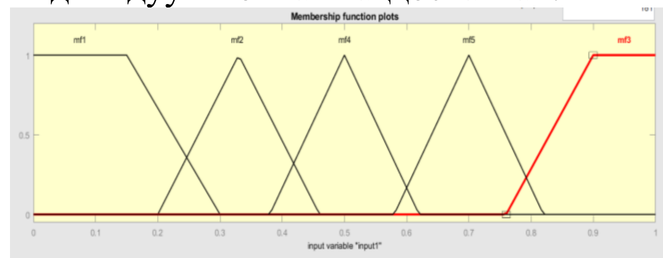
НМК тузилмасидаги энг қийин муаммо – тегишлилик функцияси параметрлари ва қоидалар базасини аниқлаб олиш ҳисобланади [8]. Норавшан мантиқ элементлари асосида гидротехник затворни бошқаришда сув ресурслари тизимининг учта таснифини келтирамиз: сув омборининг кириши ва чиқиши сифатида кўрилаётган сувнинг оқиб кириши, оқиб чиқиши ва оқиб чиқиш вакти. Сувнинг оқиб кириши, сақланиши ва оқиб чиқиши сув ресурсларининг ўрта статистик оқиб кириши, оқиб чиқиши ва сақланиши асосида характерланган.

1- жадвал

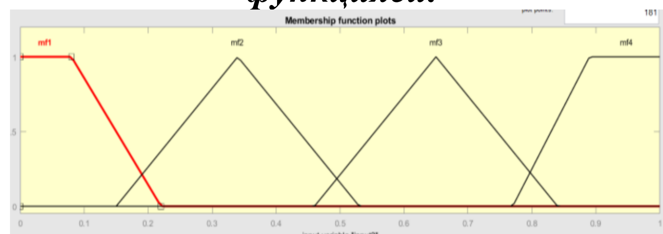
PB	NB	NS	Z	PS	PB
NB	NB	NB	NS	NS	Z
NS	NB	NS	NS	Z	PS
Z	NB	NS	Z	PS	PB
PS	NS	Z	PS	PS	PB
PB	Z	PS	PS	PB	PB

Элементнинг тўпламга тегишли (мансуб) эканлигини аниқлаш учун тасниф функциялар ёки индикатор функциялари қўлланилган. Тасниф функ-ция элемент турли тўпламларга қай даражада мансублигини ифодалайди, норавшанлик ва маълум чекланган тўпламнинг норавшанлик даражасини изоҳлайди [9]. 2-расмда резервуар тизимида сувнинг оқиб кириши учун тегишлилик функциялари ифодаланган. 3-расмда резервуар тизимида сувни сақлаш учун тегишлилик функцияси ва унинг тақсимоти, 4-расмда эса резервуар тизимида сувнинг оқиб чиқиши учун тегишлилик функциялари кўрсатилган.

Тегишлилик функциясининг вакт бўйича тақсимланиш функцияси ва оралиғи трапециясимон деб ҳисобланган, йил давомида оқимларни ҳисобга олиш ва сақлашни ҳисоблаш учун учбурчак шакл қабул қилинган. Юқорида қайд этилганидек, норавшан кўпликнинг ҳар бир элементи назарий-функционал шаклни қўллаган ҳолда тегишлилик қиймати индивидууми билан таққосланган.



2-расм. Сув омбори тизимида сув оқиб кириши ($м^3$/соат) учун тегишлилик функцияси.

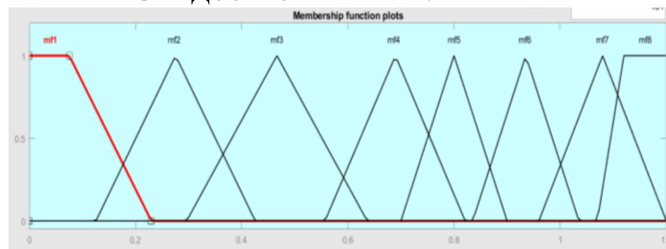


3-расм. Сув омбори тизимида сувни сақлаш (млн. $м^3$) учун тегишлилик функцияси.

Бу функция 0-1 гача бўлган оралиқда реал тартибланган Норавшан кўпликларни акс этади. Оқим киришининг норавшан кўпликлари сувнинг оқиб киришида (О) ЖПО, ПО, ЎО, ЮО ва ЖЮО каби, сақлашда (С) ПЖ, ЎЖ, ЮЖ

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4
2024

ва ЎЮЖ, сувнинг оқиб чиқишида (Ч) ЖПЧ, ПЧ, П-ЎЧ, ЎЧ, Ў-ЮЧ, ЮЧ, ЖЮЧ ва ЖЖЮЧ деб номланган.



4-расм. Сув омбори тизимидан сув оқиб чиқиши (м³/соат) учун тегишлилик функцияси.

Юқорида қайд этилган сувнинг оқиб кириши (О), сақланиши (С) ва сувнинг оқиб чиқиши (Ч) даги норавшан кўпликларга мос келувчи тасниф функция ва даражалар мос равишда 2, 3 ва 4-жадвалларда келтирилган.

2-жадвал

Сув ресурсларининг тегишлилик функцияси ва экстент-сувнинг оқиб кириши (О)

$$\mu_{ЖПО} = \begin{cases} 1 & \text{агар} \quad 0 \le x \le 0.15, \\ -6.67x + 2 & \text{агар} \quad 0.15 \le x \le 0.3, \end{cases} \quad \mu_{ПО} = \begin{cases} 7.69x - 1{,}54 & \text{агар} \quad 0.2 \le x \le 0.33, \\ -7.69x + 3.54 & \text{агар} \quad 0.33 \le x \le 0.46, \end{cases}$$

$$\mu_{ЎО} = \begin{cases} 8.28x - 3{,}15 & \text{агар} \quad 0.38 \le x \le 0.50, \\ -8.39x + 5.2 & \text{агар} \quad 0.50 \le x \le 0.62, \end{cases} \quad \mu_{ЮО} = \begin{cases} 8.33x - 4{,}83 & \text{агар} \quad 0.58 \le x \le 0.7, \\ -8.33x + 6.83 & \text{агар} \quad 0.7 \le x \le 0.82, \end{cases}$$

$$\mu_{ЖЮО} = \begin{cases} 6.67x - 5{,}07 & \text{агар} \quad 0.76 \le x \le 0.91, \\ 1 & \text{агар} \quad 0.91 \le x \le 1. \end{cases}$$

3-жадвал

Сув ресурсларининг тегишлилик функцияси ва экстент-сувнинг сақланиши (С)

$$\mu_{ПС} = \begin{cases} 1 & \text{агар} \quad 0 \le x \le 0.081, \\ -7.14x + 1.57 & \text{агар} \quad 0.081 \le x \le 0.221, \end{cases} \quad \mu_{ЎС} = \begin{cases} 5.26x - 0{,}79 & \text{агар} \quad 0.151 \le x \le 0.341, \\ -5.69x + 2.79 & \text{агар} \quad 0.341 \le x \le 0.531, \end{cases}$$

$$\mu_{ЮС} = \begin{cases} 5.26x - 2{,}42 & \text{агар} \quad 0.46 \le x \le 0.65, \\ -5.26x + 4.42 & \text{агар} \quad 0.65 \le x \le 0.94, \end{cases} \quad \mu_{ЖЮС} = \begin{cases} 8.33x - 6{,}425 & \text{агар} \quad 0.771 \le x \le 0.89, \\ 1 & \text{агар} \quad 0.89 \le x \le 1. \end{cases}$$

Ушбу тадқиқот иши биттадан ортиқ бўлган назарий функциялар ва амалларни тузишдан иборат бўлганлиги сабабли, аввалги ва кейинги моделлар орасидаги фарқни акс эттириш, норавшан кўпликлардан фойдаланиб амалга оширилган. Бўлаётган ҳодисалар операторнинг экранида сувнинг турли оқиб кириши, сақланиши ва оқиб чиқиши қийматлари кўринишида акс этади. Бу қийматлар, бошқа, аввалдан маълум бўлган сув ресурслари учун маълумотлар тўпламидан шаклланади. Тадқиқотлар учун операторларнинг асосий композиция турларини қўллаймиз, улар max – min таркибидан, бошқача айтганда максимал ва минимал таркиб операторларидан иборатдир [10].

4-жадвал

Сув ресурсларининг тегишлилик функцияси ва экстент-сувнинг оқиб чиқиши (Ч)

$$\mu_{:ЖЮЧ} = \begin{cases} 1 & \text{агар} \quad 0 \le x \le 0.075, \\ -6.49x + 1.49 & \text{агар} \quad 0.075 \le x \le 0.23, \end{cases} \quad \mu_{ПЧ} = \begin{cases} 6.67x - 0{,}84 & \text{агар} \quad 0.126 \le x \le 0.276, \\ -6.8x + 2.88 & \text{агар} \quad 0.276 \le x \le 0.423, \end{cases}$$

$$\mu_{П-ЎЧ} = \begin{cases} 5.88x - 1{,}75 & \text{агар} \quad 0.151 \le x \le 0.341, \\ -5.88x + 3.75 & \text{агар} \quad 0.467 \le x \le 0.637, \end{cases} \quad \mu_{ЮЧ} = \begin{cases} 7.52x - 4{,}17 & \text{агар} \quad 0.555 x \le 0.688, \\ -7.63x + 6.25 & \text{агар} \quad 0.688 \le x \le 0.819, \end{cases}$$

$$\mu_{Ў-ЮЧ} = \begin{cases} 10x - 7 & \text{агар} \quad 0.7 \le x \le 0.8, \\ -10x + 9 & \text{агар} \quad 0.8 \le x \le 0.9, \end{cases} \quad \mu_{ЖЮЧ} = \begin{cases} 10x - 8{,}35 & \text{агар} \quad 0.835 \le x \le 0.935, \\ -10x + 10.35 & \text{агар} \quad 0.935 \le x \le 1.035, \end{cases}$$

$$\mu_{ЖЮЧ} = \begin{cases} 8.26x - 7{,}93 & \text{агар} \quad 0.959 \le x \le 1.08, \\ -8.33x + 10 & \text{агар} \quad 1.08 \le x \le 1.2, \end{cases} \quad \mu_{ЖЖЮЧ} = \begin{cases} 20x - 21{,}4 & \text{агар} \quad 1.07 \le x \le -1.12, \\ 1 & \text{агар} \quad 1.12 \le x \le 1.2. \end{cases}$$

Мазкур тадқиқот ишида икки турдаги операторлардан фойдаланамиз, натижада сув омбори тизимидан сув оқиб чиқишининг ўзгаришига ўхшаш модел олинади. max – min қийматлар киритилган операторда сув ресурслари тизимида норавшан қарор қабул қилиш учун яқинлаштирилган ва индуктив асослаш қўлланилган. Л. Заде томонидан киритилган max – min оператори сув ресурслари тизимида норавшан қарор қабул қилиш учун яқинлаштирилган ва интуитив асослашда қўлланилган. Сув омборлари тизимида сувнинг оқиб кириши, сақланиши ва оқиб чиқиши ҳақидаги норавшан маълумотлар ишлаб чиқилган, улар норавшан қоидаларни қўллаган ҳолда ифода этилган. Норавшан қоидалар нисбатлари мантиқий уланишни ифодалайди [11]. Масалан, агар M нисбатларга "ўрта оқим (ЎО) деб номланувчи Норавшан

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 2, № 4
2024

кўплик” қабул қилинса, у ҳолда М нисбатининг ҳақиқий қиймати қуйидаги формулада ифодаланади:

$$T(M) = \mu_{MI}(x) \text{ бу ерда } 0 \leq \mu_{MI} \leq 1 \quad (5)$$

(5) тенглама $M\colon x \in ЎО$ нисбатнинг ҳақиқийлик даражасини кўрсатади ва ЎО норавшан кўпликдаги тегишлилик даражаси x га тенг. “Агар – у ҳолда” негиз тизимини ўрганиш ва хулосага келиш жараёни шу жараён учун аниқланган турли нисбатлар ўртасидаги “импликация” қоидаларини қўллашга асосланади. Оқим (О) жуда юқори (ЖЮО) ва сақлаш (С) паст (ПЖ) ва вақт давомийлиги (Т) 1 га тенг, сувнинг оқиб чиқиши (Ч) паст (ПЧ) бўлади. Бу тўплам қоида ҳисобланади ва кўпликлар орасида қуйидаги мосликка келтирилиши мумкин: R = (((ЖЮО × ПЧ) ∪ (−ЖЮО × Ч)) ∩ ((ПЖ × ПЧ) ∪ (-ПЖ С Ч)) ∩ ((Т С ПЧО) ∪ (-Т С Ч))). Демак, юқорида келтирилган R нинг нисбати келиб чиқади. Агар ҳар бир тўпламдаги элементлар (масалан, сувнинг оқиб кириши (О)даги жуда юқори даража (ЖЮО), сақлаш (С) даги паст даража (ПЖ), вақт давомийлиги 1 ва сувнинг оқиб чиқиши (Ч) даги паст даража (ПЧ)) норавшан тўпламга мос келувчи U, V, W ва Z каби ифодаланса, у ҳолда R нисбати учун тегишлилик функцияси қуйидаги формула ёрдамида ифодаланиши мумкин:

$$\mu_R(u, v, w, z) = max[\,(\mu_{ОВП}(u)\hat{}\,\mu_{LS}(v)\hat{}\,\mu_1(w)), ((1 - \mu_{ЖЮЧ}(u))\hat{}\,(1 - \mu_{ЎЧ}(v))\hat{}\,1 - \mu_{ЎЧ}(v))\hat{}\,1 - \mu_1(w))]. \quad (6)$$

Одатда, агар факт (гипотеза) маълум бўлса, якуний хулоса олиниши мумкин. Юқорида қайд этилганидек, норавшан нисбатларни назарий асослашга эришиши учун яқинлаштирилган аргументлар норавшан мантиқнинг натижавий мақсади ҳисобланади. “Агар – у ҳолда” шаклидаги қоидалар тизимига асосланган норавшан мантиқ ҳақида фикр юритиш учун қулай анцедент ҳисобланади. Барча муҳим хулосалар тизим асосидаги каноник қоидалар тўпламидан келтириб чиқарилади. Агар биттадан ортиқ антецендент мавжуд бўлса, уларни бирлаштириш учун конъюнктив ёки дизъюнктив оператор талаб этилади. Мос равишда конъюнктив ва дизъюнктив оператор стандарт кесишишлар ва бирлашишлар амалларига эргашади [12].

Сув ресурсларидан сувни оқиб чиқишини тўғри йўналтириш ва оптималлаш берилган киришдаги ўзгарувчилар асосида мавжуд ресурсларни минималлашни талаб этади, жумладан: сувнинг оқиб кириши, сақланиши ва йилнинг маълум даври. Кесишиш оператори оқимни минималлаш ва сувни маълум давр мобайнида сақлаш учун ишлатилади.

Хулоса. Ушбу тадқиқот гидротехника иншоотларини бошқариш тизимларида ноаниқ мантиқни қўллашнинг самарадорлигини кўрсатди. Сув омборлари каби мураккаб тизимлар учун ноаниқ қоидалар асосида ишлаб чиқилган бошқарув усуллари, анъанавий методларга нисбатан, ноаниқликни камайтириш ва қарор қабул қилиш жараёнини соддалаштириш имконини беради. Бу ёндашув сув омборларига кирувчи ва чиқадиган сув оқимини, омбор ҳажми ва вақт даврини самарали бошқаришга ёрдам беради, шу билан бирга ресурслардан оқилона фойдаланишни таъминлайди.

Ноаниқ мантиқ ёрдамида сув ресурслари тизимининг хусусиятларини оптималлаштиришга қаратилган бошқарув алгоритмлари ишлаб чиқилиши сув омбор-

ларида сув тақсимотини аниқроқ ва самаралироқ бошқариш имконини яратади. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, ноаниқ мантиққа асосланган ёндашувлар сув омборларини самарали бошқариш учун истиқболли ва ишончли усул сифатида намоён бўлиши мумкин.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Саридис Дж. Самоорганизующиеся стохастические системы управления. М., 1980. - 400 с.
2. Srinivas R., Bhakar P., Singh A. P. Groundwater quality assessment in some selected area of Rajastan, India using fuzzy multi-criteria decision making tool. ICWRCOE 15. Aquatic Proced 4: Mangalor, 2015, 1023–1030 pp.
3. Moorthi P.V.P., Ajit Pratap Singh, Agnivesh P. Regulation of water resources systems using fuzzy logic: a case study of Amaravathi dam // Applied Water Science (2018) 8:132.
4. Gurocak H.B. A genetic-algorithm-based method for tuning fuzzy logic controllers // Fuzzy Sets and Systems. Tokio, 1999. № 108. 39-47 pp.
5. Herrera F., Lozano M., Verdegay J.L. Tuning fuzzy controllers by genetic algorithms // Internat. J. Approx. Reasoning. 1995. № 1. Kompen, 299-315 pp.
6. P. King and E. Mamdani. “The application of fuzzy control to industrial process” // Automatica, vol. 13, pp. 235-242, 1997.
7. Lee C. C. Fuzzy logic in control systems: Fuzzy logic controller // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 20(2), Pekin, 1990, 419–435 pp.
8. Аверкин А.Н., Федосеева И.Н. Параметрические логики в интел-лектуальных системах управления. –М.: ВЦ РАН, 2000. 213– 215 с.
9. Юсупбеков Н.Р., Алиев Р.А., Р.Р.Алиев., Юсупбеков А.Н. Интеллектуальные системы управления и принятия решений. Ўзбекистон миллий энциклопедияси. Тошкент 2014. 87-109 бб.
10. Takagi T., Sugeno M. Stability Analysis and Design of Fuzzy Control Systems // Fuzzy Sets and Systems.– Tokio, 2008. Vol. 45. № 2. 135-156 pp.
11. Navale R. L., Nelson R. M. (2012). Use of genetic algorithms and evolutionary strategies to develop an adaptive fuzzy logic controller for a cooling coil – Comparision of the AFLC with a standart PID controller. // Energy and Buildings, 45, 169–180 pp.
12. Кудинов Ю. И., Дорохов И. Н., Пащенко Ф. Ф. Нечеткие регуляторы и системы управления. // Control sciences № 3. 2-14 с.